

Ergebnisse der VDE- Speicherstudie

FVEE-Workshop „Elektrochemische Energiespeicher und
Elektromobilität“

Ulm, 19.-20.01.2010

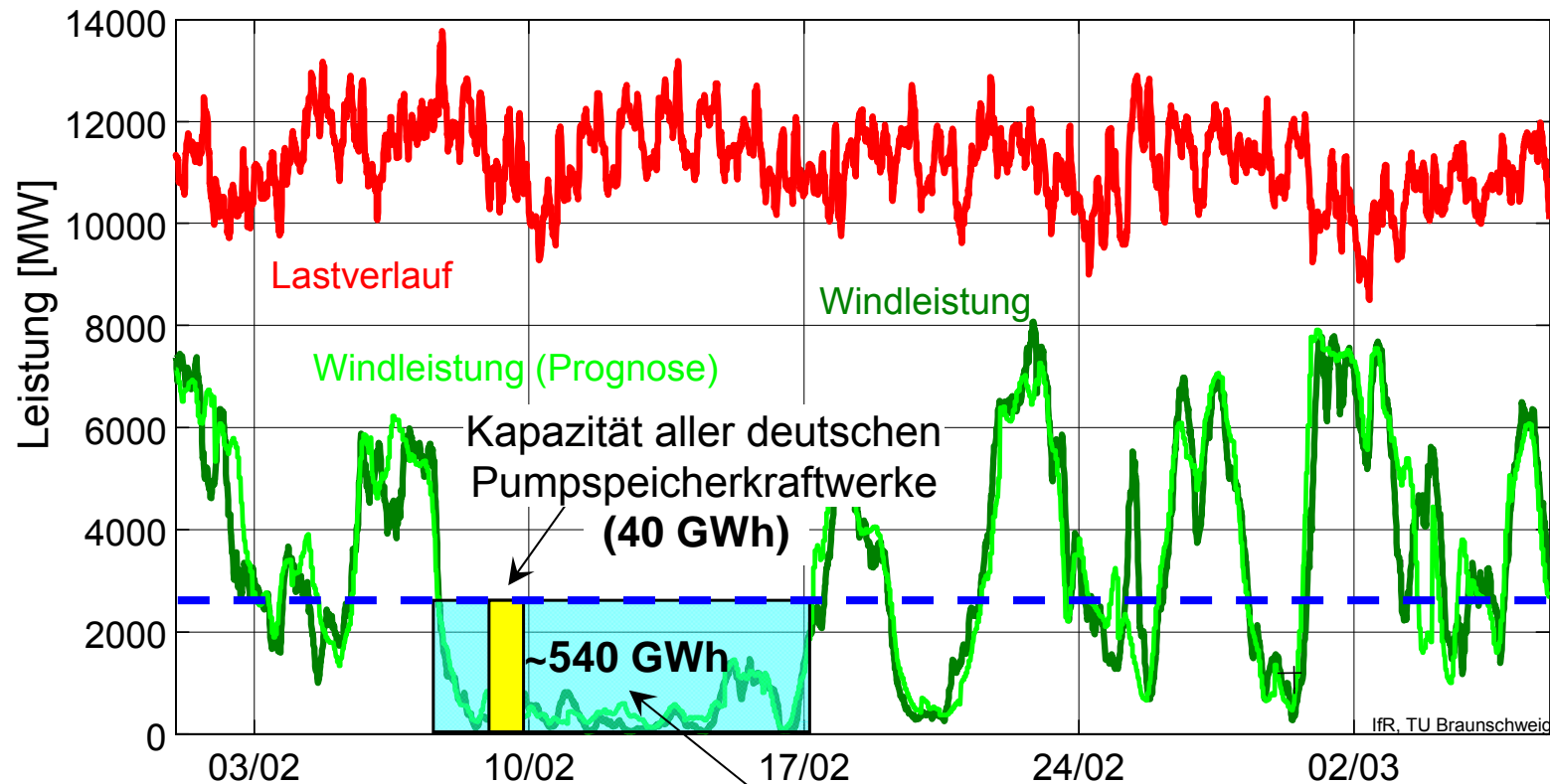
B. Lunz, D.U. Sauer

Elektrochemische Energiewandlung und Speichersystemtechnik

Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe (ISEA)
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

Wie viel Speicher wäre notwendig, um Windkraft grundlastfähig zu machen?

Lastverlauf und Windleistung im Vattenfall Hochspannungsnetz (01.02.-06.03.2008)



Source: IfR / TU Braunschweig

Notwendige Speicherkapazität zur kontinuierlichen Lieferung der mittleren Leistung

Gliederung

- Übersicht Speichertechnologien
- Kostenberechnung
- Szenarien für die Energiespeicherung
- Zusammenfassung

Batteriespeicher



NaS / NaNiCl



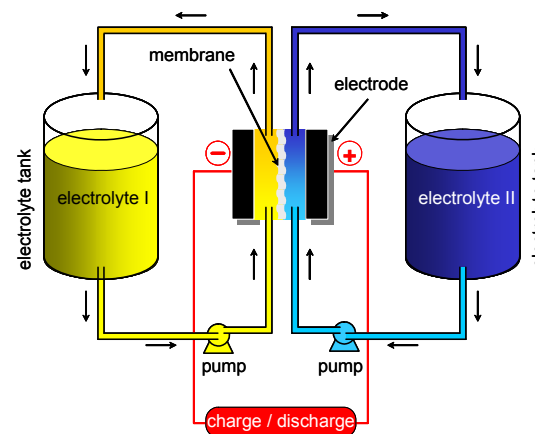
NiCd



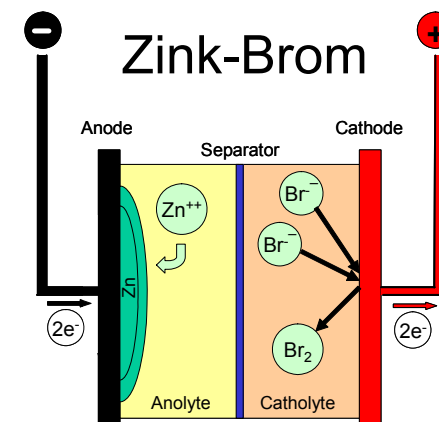
Lithium-Ionen



Bleisäure



Redox-flow



Zink-Brom

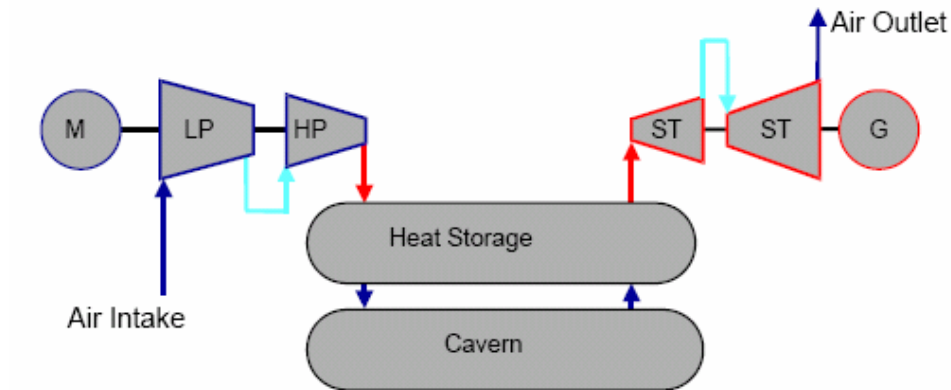
Technologien für zentrale Großspeicher



Pumpspeicher



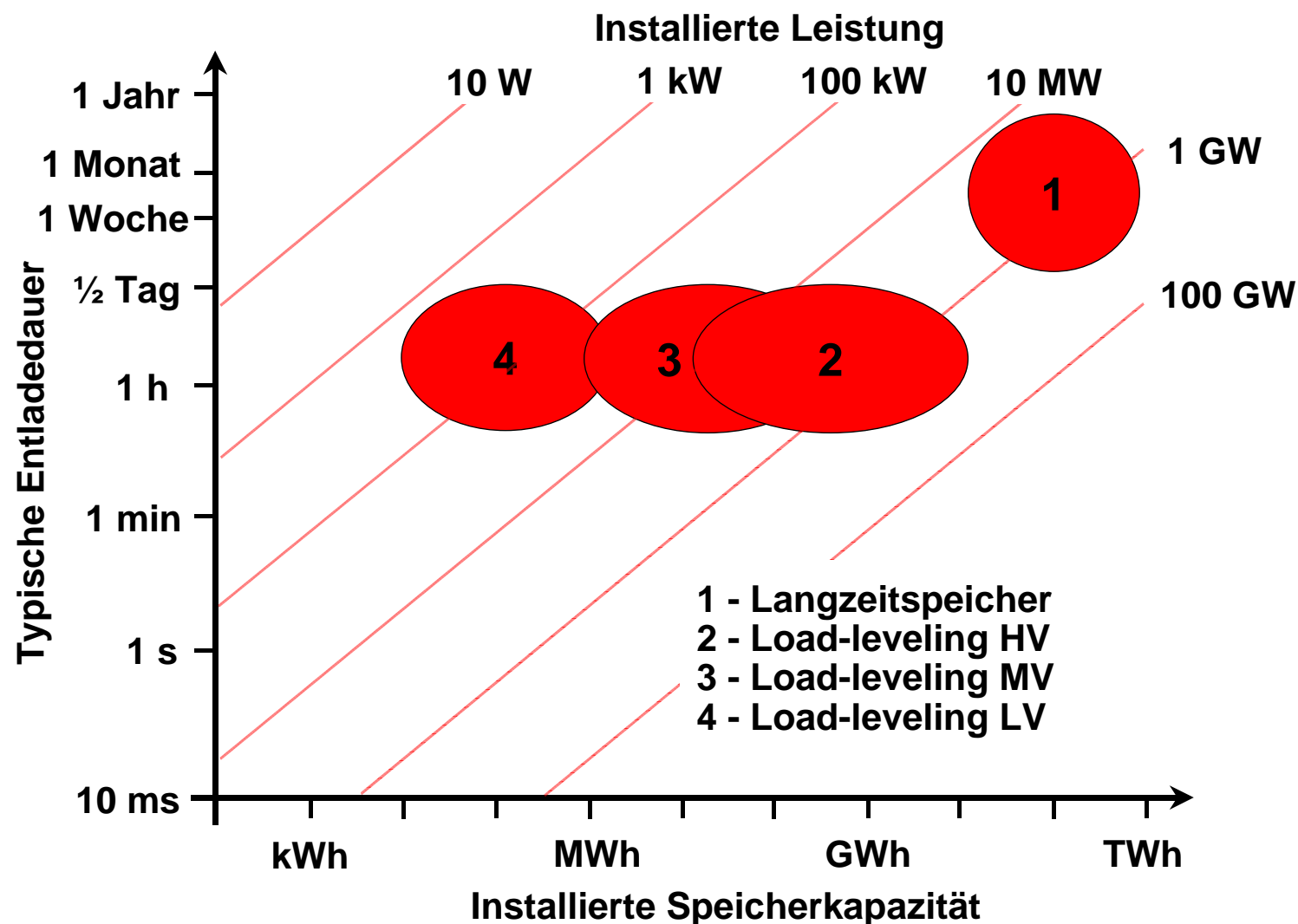
Wasserstoff mit Kavernenspeichern



Druckluft (mit und ohne Wärmespeicher)



Betriebsbereiche für verschiedene Anwendungen



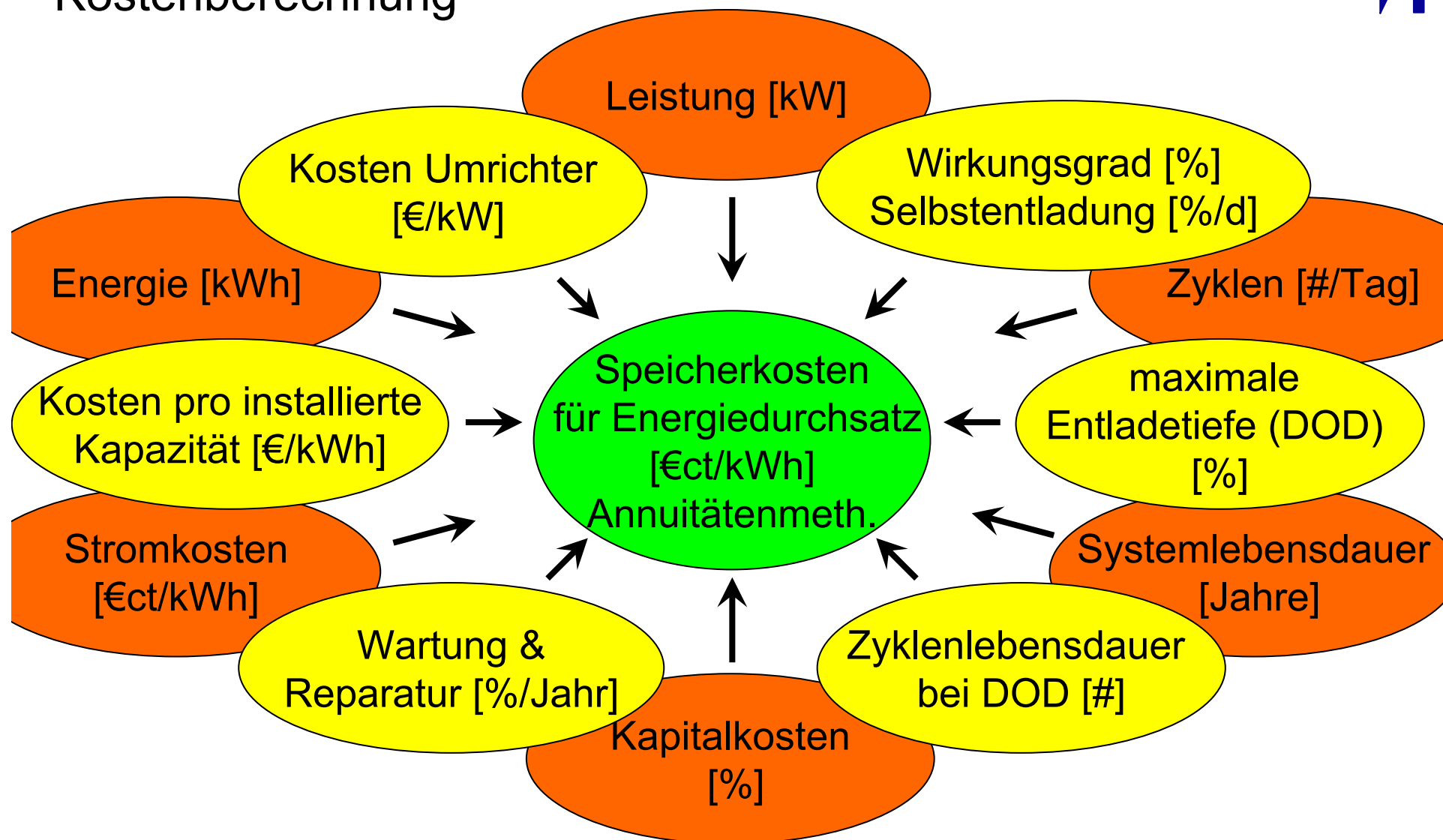
Gliederung

- Übersicht Speichertechnologien
- Kostenberechnung
- Szenarien für die Energiespeicherung
- Zusammenfassung

Ziel: Bestimmung der besten Speichertechnologie

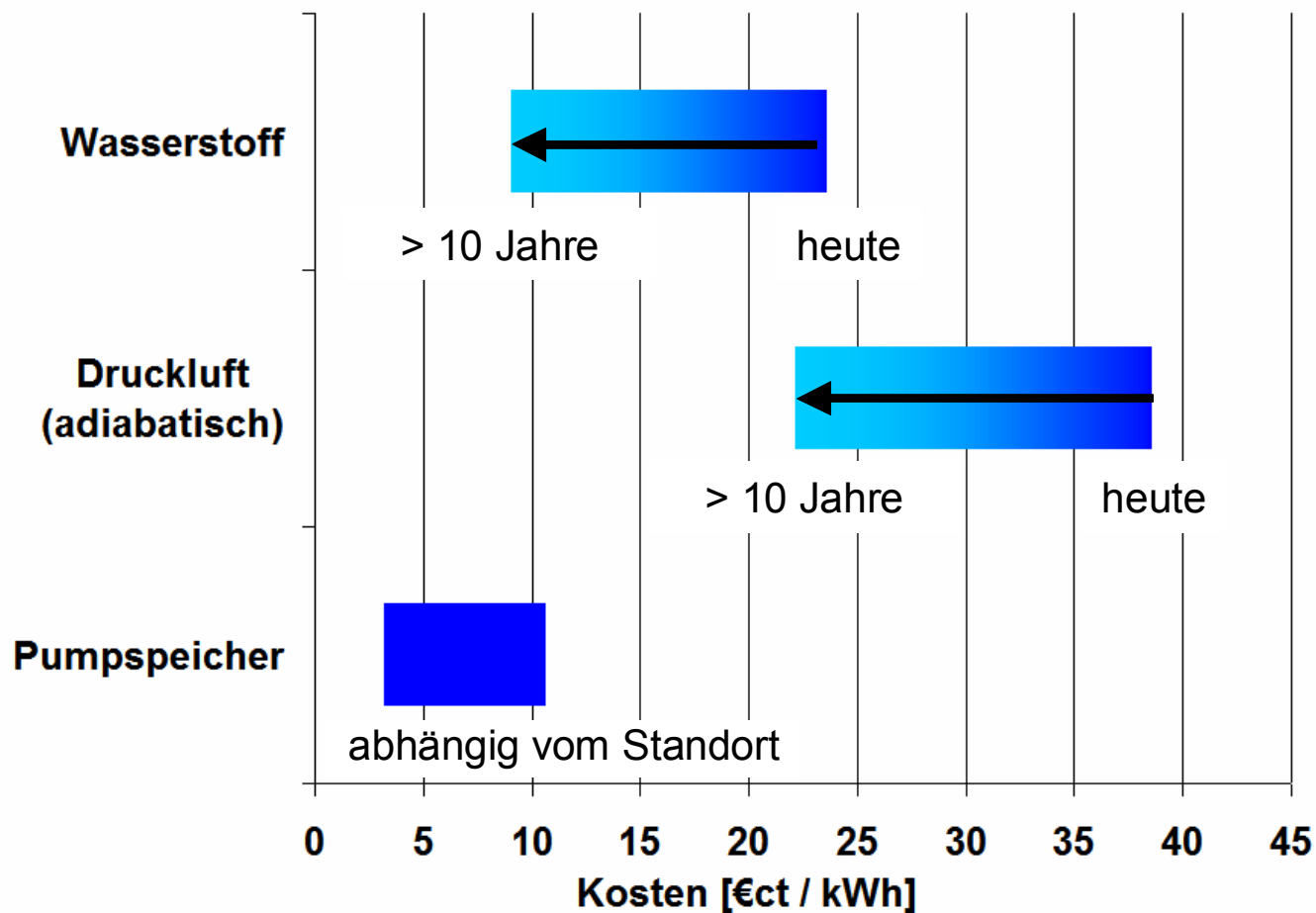
- In stationären Anwendungen sind Gewicht und Volumen nur zweitrangig und wirken im Wesentlichen über die Kosten für den Raumbedarf.
 - Technologien werden nur vorselektiert in Bezug auf Zeitdauer bis Vollast.
 - Annahmen: Alle Technologien sind durch modularen Aufbau zu jeder beliebigen Größe skalierbar. Speichersysteme können ggf. klimatisiert werden, so dass Betriebstemperaturbereiche keine Rolle spielen.
 - Vielzahl von Parametern charakterisieren eine Speichertechnologie, was es sehr unübersichtlich macht.
- Reduktion aller Parameter auf die betriebswirtschaftlichen Kosten pro abgegebener kWh (Stromhandel) und die Kosten pro installiertem kW (Reserveleistung)

Kostenberechnung



Kosten für Energie aus Großspeichern („monatlich“)

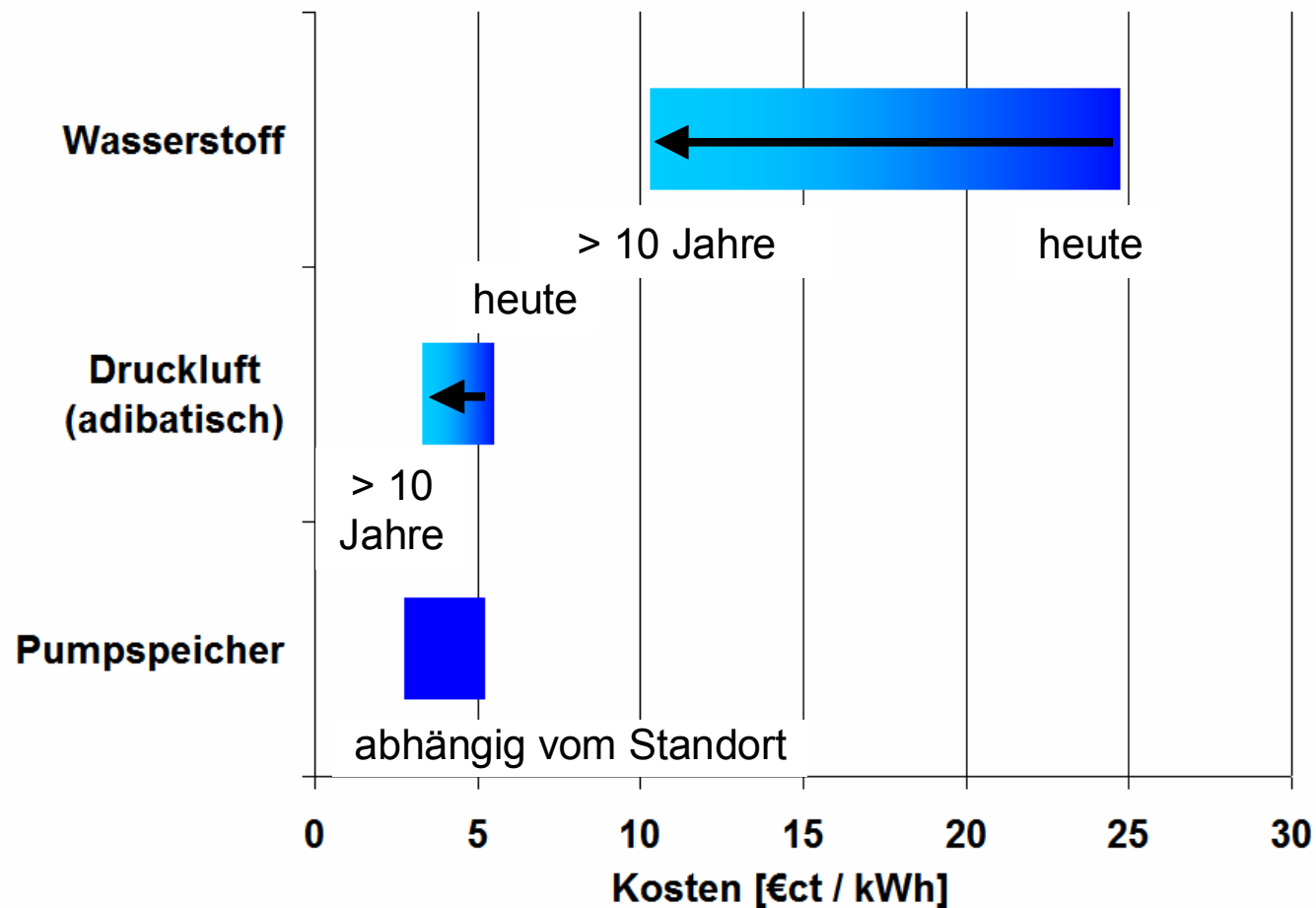
(500 MW, 100 GWh, ~1,5 Zyklen pro Monat, Stromkosten 4 €ct, Kapitalk. 8%)



Quelle: ENERGY STORAGE FOR IMPROVED OPERATION OF FUTURE ENERGY SUPPLY SYSTEMS , M. Kleimaier, et.al., CIGRE 2008

Kosten für Energie aus Großspeichern („täglich“)

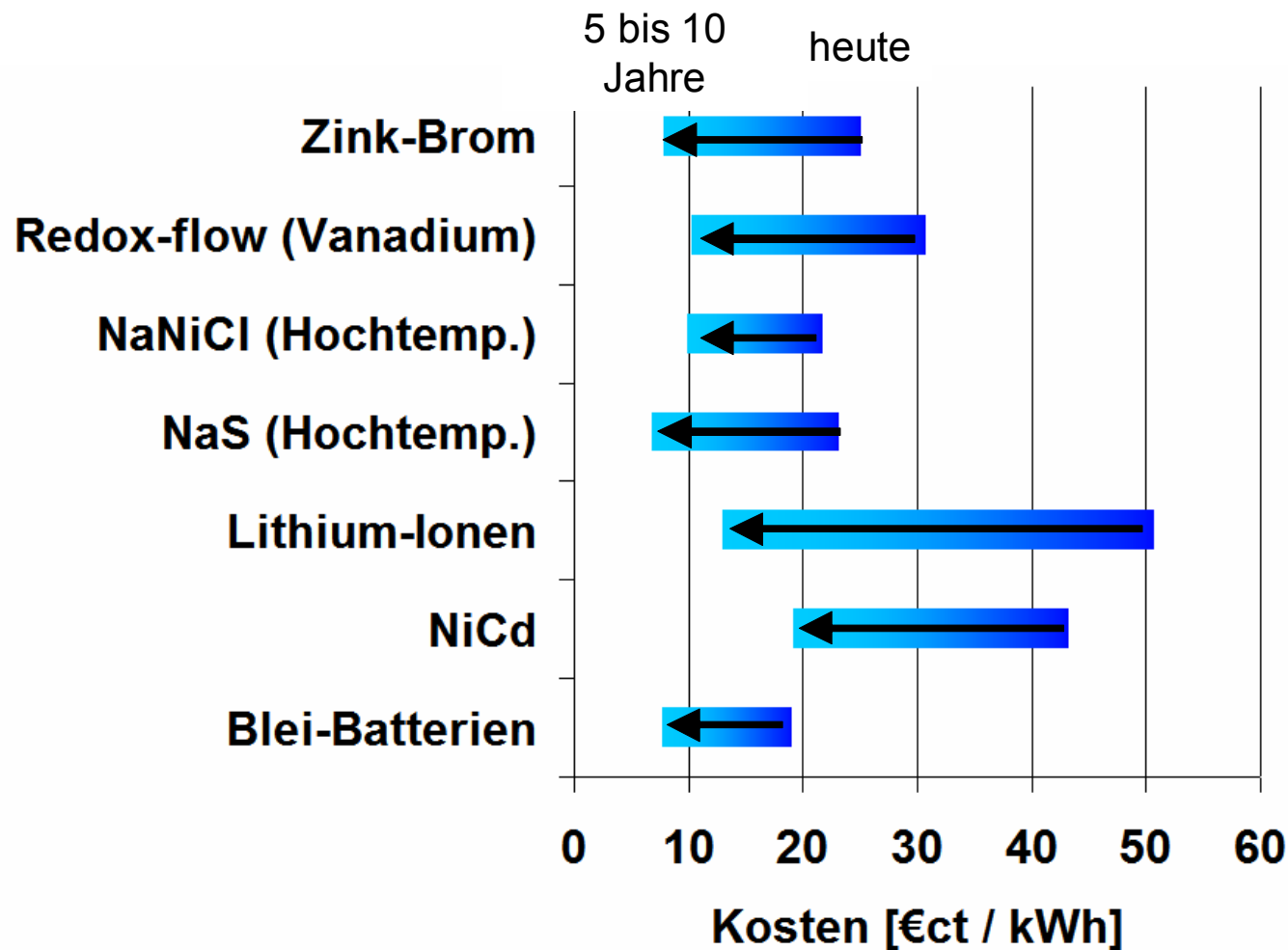
(1 GW, 8 GWh, 1 Zyklus / Tag, Stromkosten 4 €ct, Kapitalk. 8%)



Quelle: ENERGY STORAGE FOR IMPROVED OPERATION OF FUTURE ENERGY SUPPLY SYSTEMS , M. Kleimaier, et.al., CIGRE 2008

Kosten für Energie aus Großspeichern („täglich“)

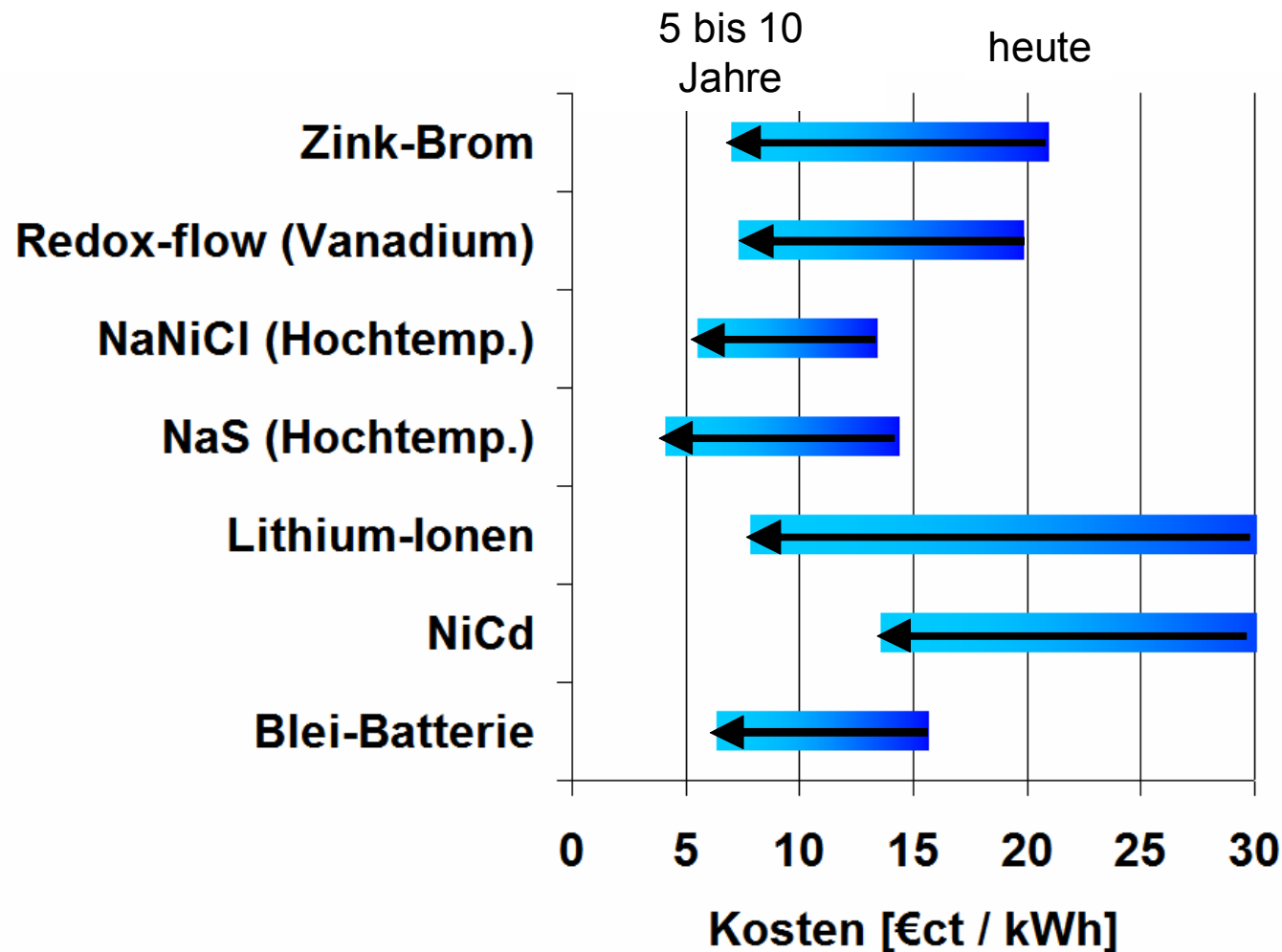
(1 GW, 8 GWh, 1 Zyklus / Tag, Stromkosten 4 €ct, Kapitalk. 8%)



Quelle: ENERGY STORAGE FOR IMPROVED OPERATION OF FUTURE ENERGY SUPPLY SYSTEMS , M. Kleimaier, et.al., CIGRE 2008

Kosten für Energie aus Speichern im MS-Netz

(10 MW, 40 MWh, 2 Zyklen pro Tag, Stromkosten 4 €ct, Kapitalk. 8%)



Quelle: ENERGY STORAGE FOR IMPROVED OPERATION OF FUTURE ENERGY SUPPLY SYSTEMS , M. Kleimaier, et.al., CIGRE 2008

Alternativen zur elektrischen Energiespeicherung

- Kraft-Wärme-Kopplung mit thermischen Speichern
- Nutzung von thermischen Massen im Haus- und Haushaltsbereich (z.B. in Kühlgeräten oder in den thermischen Massen der Gebäude bei Verwendung von Wärmepumpenheizsysteme)
- Räumlich-zeitlicher Ausgleich durch leistungsfähige Netze (Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung über große Distanzen)
- Weiteres Lastmanagement im industriellen Bereich
- Substitution des Energieverbrauchs im Verkehrssektor durch Strom (immer verbunden mit anwendungsgebundenen Speichern)

Alternativen zur elektrischen Energiespeicherung

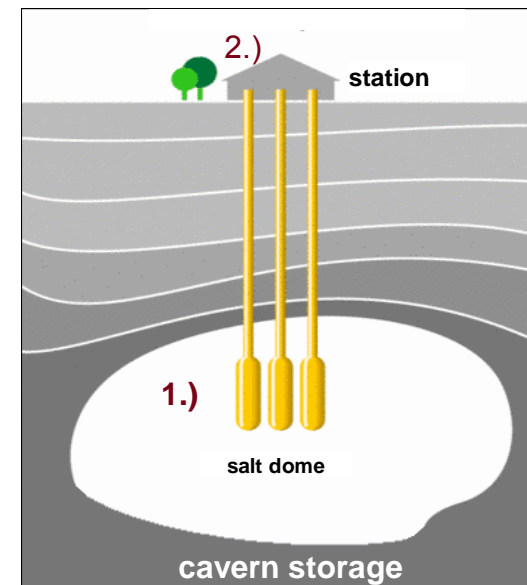
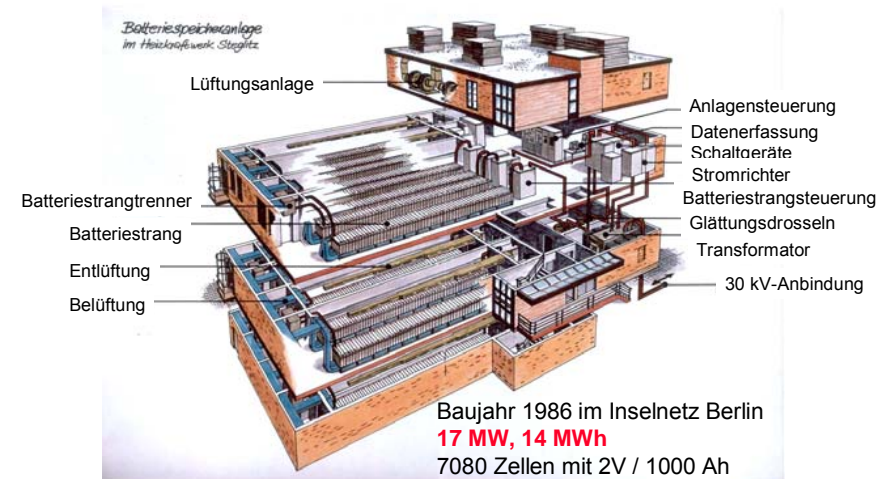
- Kraft-Wärme-Kopplung mit thermischen Speichern
- Nutzung von thermischen Massen im Haus- und Heizenbereich (z.B. in Kühlgeräten oder in den thermischen Speichern) bei Verwendung von Wärmepumpen
- Räumlich-zeitlicher Ausgleich der Leistungsflüsse in den Netzen (Hochspannungs-Gleichstromübertragung über große Distanzen)
- Weiteres Lastmanagement im industriellen Bereich
- Substitution von Energieerzeugern im Verkehrssektor durch Strom (immer noch wendungsgebundenen Speichern)

Speicherung elektrischer Energie ist immer eine teure und ineffiziente Maßnahme.

Es kann viel Geld ausgegeben werden, um die elektrische Speicherung zu vermeiden.

Warum ist Wasserstoff die einzige Alternative als Langzeitspeicher?

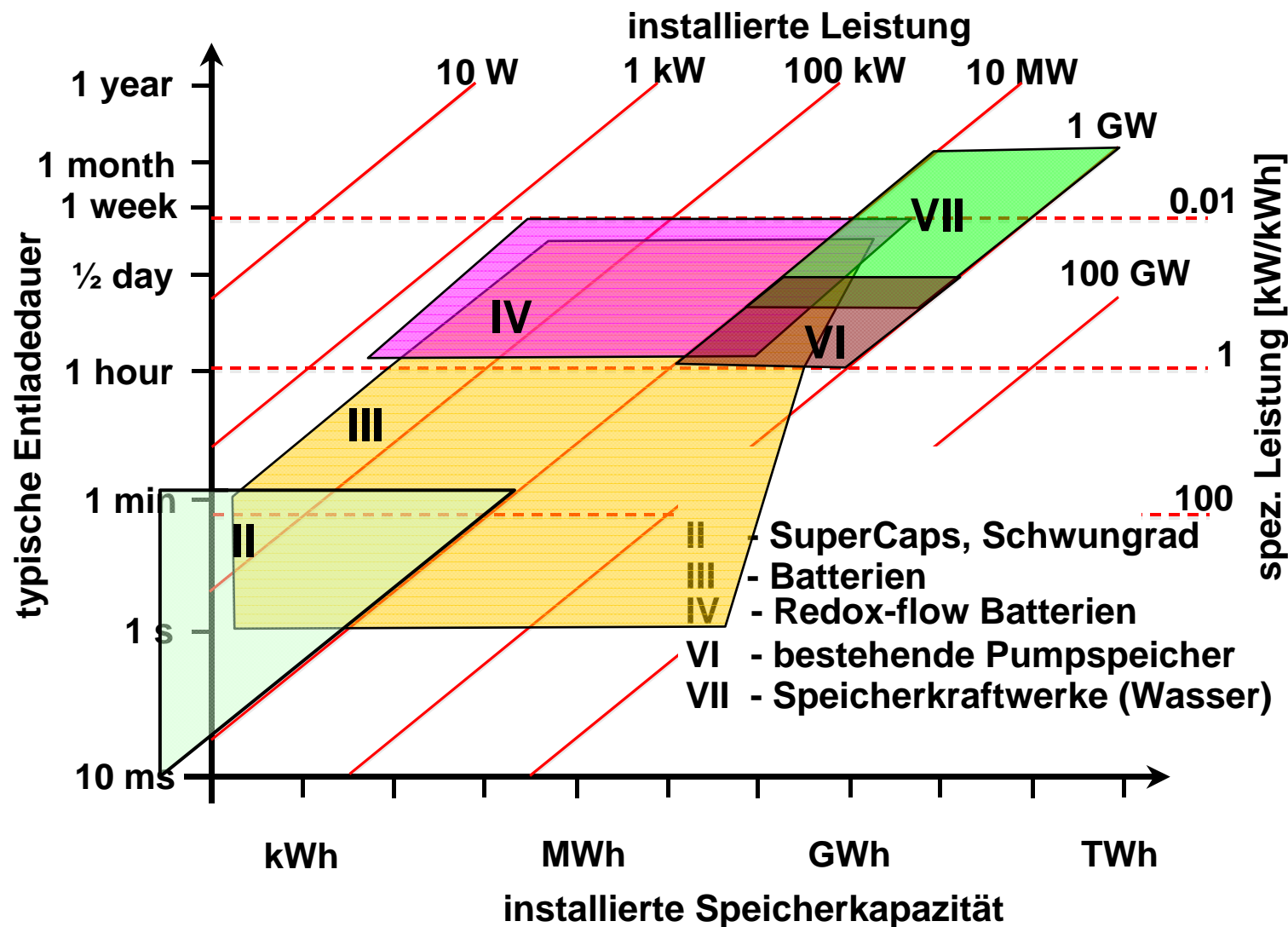
- Wirtschaftlicher Betrieb nur bei häufigem Energiedurchsatz oder sehr geringen Investitionskosten
- Langzeitspeicherung bedeutet weniger als einen Zyklus pro Woche
- Typische Investitionskosten bei Batterien zwischen 100 und 500 €/kWh
- Komprimierter Wasserstoff in Salzkavernen liegt im Bereich von 0,25 € / kWh
($\Delta p = 100 \text{ bar}$, $\eta = 50\%$)
- Wasserstoff ist für Kurzzeitspeicherung wg. des geringen Wirkungsgrad uninteressant



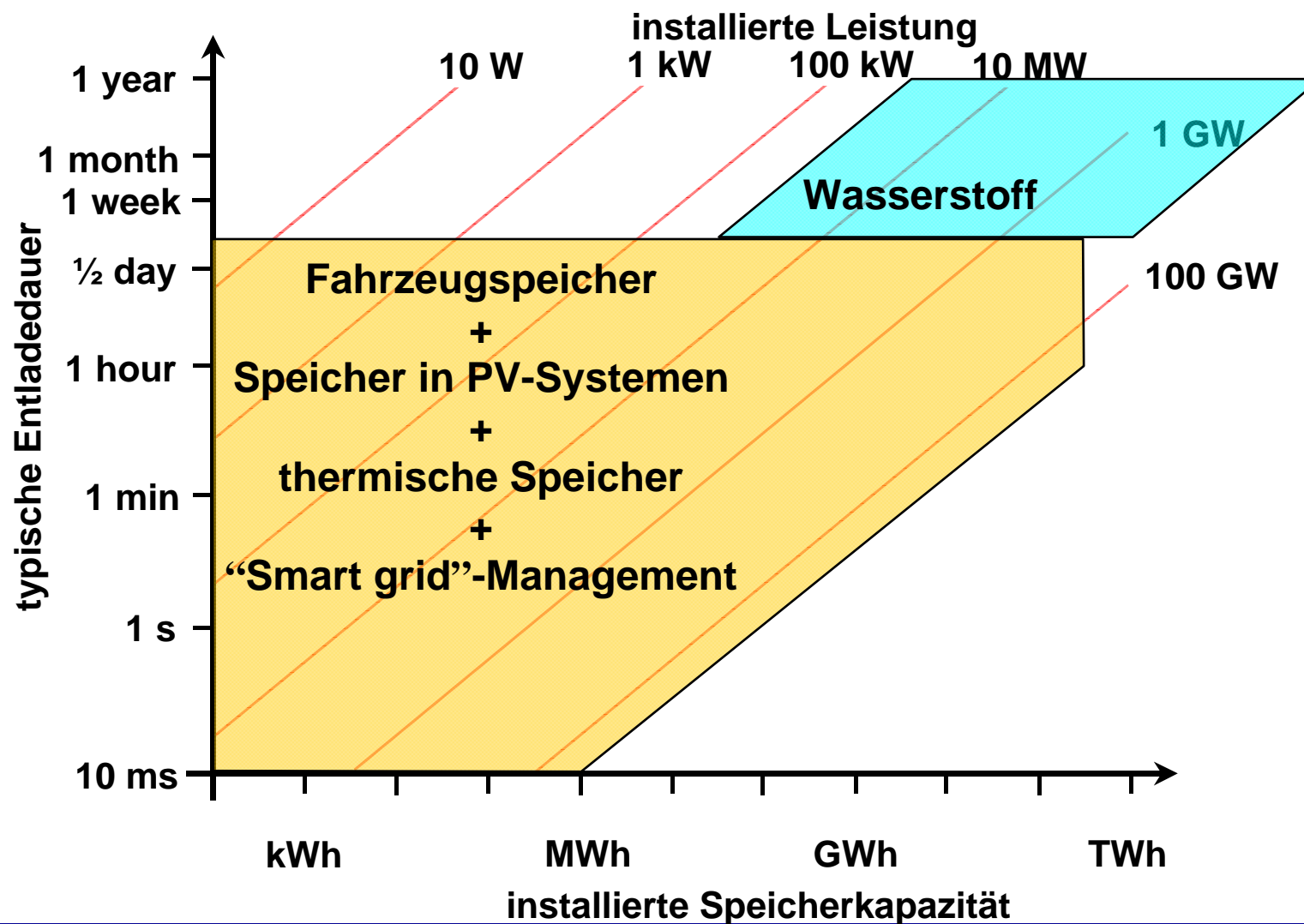
Gliederung

- Übersicht Speichertechnologien
- Kostenberechnung
- Szenarien für die Energiespeicherung
- Zusammenfassung

Kurzfristszenario (10 Jahre) für Speicher zur Netzregulierung (Betriebsbereich einzelner Speichereinheiten)



Mittelfristsszenario (20 Jahre) für Speicher zur Netzregulierung (Summe der jeweiligen Speicher)



Gliederung

- Übersicht Speichertechnologien
- Kostenberechnung
- Szenarien für die Energiespeicherung
- Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Viele Speichertechnologien sind verfügbar.
- Kostenberechnungen sind komplex und hängen von vielen Parametern ab.
- Ein Vergleich von Kosten verschiedener Speichertechnologien kann nur auf Basis von klar definierten Referenzfällen erfolgen.
- Kosten für Speicher pro durchgesetzter kWh hängen sehr stark von Finanzparametern wie Kapitalkosten und Stromkosten ab.
- Vehicle-To-Grid für alle Speicheraufgaben von 10 ms ... 1 Tag
- Wasserstoff ist die einzige Option für Langzeitspeicherung.
- Umfangreiche F&E ist für alle Technologien gerechtfertigt und dringend notwendig, um die avisierten Kostenziele zu erreichen.

Quelle

- VDE ETG-Studie „Energiespeicher in Stromversorgungssystemen mit hohem Anteil erneuerbarer Energieträger“, veröffentlicht Dezember 2008, für VDE-Mitglieder kostenlos erhältlich